

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

NÁVRH APLIKACE RADIOFREKVENČNÍHO ŘÍDICÍHO SYSTÉMU XCOMFORT V MODERNÍ BUDOVĚ

DESIGN OF APPLICATION OF RADIO-FREQUENCY CONTROL SYSTEM XCOMFORT IN MODERN
BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Marek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

BRNO 2016

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Jan Marek

ID: 133102

Ročník: 3

Akademický rok: 2015/16

NÁZEV TÉMATU:

Návrh aplikace radiofrekvenčního řídicího systému xComfort v moderní budově

POKyny PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Radiofrekvenční systémy pro řízení budov.
2. Srovnání sběrníkových a radiofrekvenčních řídicích systémů.
3. Návrh aplikace RF systému pro konkrétní budovu.
4. Zpracování projektové dokumentace.
5. Programování prvků systému xComfort.

Termín zadání: 8.2.2016

Termín odevzdání: 24.5.2016

Vedoucí práce: Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D., předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá rekonstrukcí elektroinstalace rodinného domu a implementace radiofrekvenčního systému xComfort firmy Eaton pro inteligentní elektroinstalace. Tento systém byl zvolen s ohledem na zadání investora a jeho jednoduchost obsluhy.

V úvodní části práce je shrnuta historie inteligentní elektroinstalace a popis použitého radiofrekvenčního systému, včetně jeho základních prvků. Dále je v práci zpracován přehled a základní charakteristiky systémů jiných výrobců včetně jejich porovnání. Následně se práce zmiňuje o hlavních rysech sběrníkových systémů a rozdílu mezi použitým radiofrekvenčním systémem pro řízení budovy xComfort a sběrníkovým řešením. Přehledně také zpracovává výhody a nevýhody mezi použitím sběrníkového a radiofrekvenčního řízení.

Velká část práce se zaměřuje na praktický návrh inteligentní elektroinstalace v daném objektu. Kromě textové části je v přílohách zpracována technická dokumentace potřebná k realizaci stavby. Tato dokumentace obsahuje dispoziční schémata použitých prvků pro řízení osvětlení, žaluzií a vytápění a liniová schémata rozvaděčů. Dále projekt obsahuje program pro řízení jednotlivých prvků vytvořený pomocí softwaru Eaton RF-System.

KLÍČOVÁ SLOVA

Inteligentní dům; chytrý dům; inteligentní elektroinstalace; xComfort; radiofrekvenční řízení; bezdrátová elektroinstalace

ABSTRACT

This bachelor thesis focuses on a reconstruction of an electro-installation used in a family house and an implementation of a radio frequency system xComfort for an intelligent electro-installation produced by Eaton company. This system was chosen due to customer's request and also for its easy service.

The first part of the thesis describes a history of an intelligent electro-installation with a description of a radio frequency system including its basic components. Next, there is an overview and basic characteristics of other producers' systems and also their comparison. The thesis also provides main features of bus systems and a difference between the used radio-frequency system xComfort compared with a bus system. The advantages and disadvantages between the bus bar system and the radio frequency system are clearly described there.

The major part of this work is focused on a practical design of the intelligent electro-installation in a specific object. In the appendix there is a technical documentation needed for the realisation of the building. This documentation includes a layout of used components controlling lights, Venetian blinds, heating and line schemes of switchboards. The design also includes a program that controls individual components formed by a software Eaton RF-System.

KEY WORDS

Intelligent home; smart home; intelligent electro-installation; xComfort; radio frequency system; wireless system

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE PRÁCE

MAREK, J.: *Návrh aplikace radiofrekvenčního řídicího systému xComfort v moderní budově*.
Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií,
2016. 35 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Branislav Bátora Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a čerpal jsem pouze z podkladů uvedených v seznamu použité literatury.

Jako autor dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujícího autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne 24.5. 2016

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu práce Ing. Branislavu Bátorovi Ph.D. za cenné rady, velkou dávku trpělivosti a pomoc při vypracování mé bakalářské práce, Aleně Vodstrčilové za jazykové korektury a Tomáši Vodstrčilovi za rady s AutoCadem.

OBSAH

1 ÚVOD	6
1.1 HISTORIE INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE	6
1.2 BEZDRÁTOVÁ ELEKTROINSTALACE.....	6
1.3 CÍLE PRÁCE.....	6
2 RADIOFREKVENČNÍ SYSTÉMY PRO ŘÍZENÍ BUDOV	7
2.1 RADIOFREKVENČNÍ SYSTÉM XCOMFORT	7
2.1.1 POPIS JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ XCOMFORT	7
2.1.2 SPECIFIKA PŘENOSU RADIOFREKVENČNÍHO SIGNÁLU	12
2.1.3 PROGRAMOVÁNÍ RF SYSTÉMU XCOMFORT	13
2.2 RADIOFREKVENČNÍ SYSTÉM INELS RF CONTROL.....	13
2.3 RADIOFREKVENČNÍ SYSTÉM LOXONE AIR.....	14
2.4 RADIOFREKVENČNÍ SYSTÉM RFOX.....	14
2.5 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ	14
3 SROVNÁNÍ SBĚRNICOVÝCH A RADIOFREKVENČNÍCH ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ	16
3.1 KOMUNIKACE VE SBĚRNICOVÝCH SYSTÉMECH	16
3.2 CENTRALIZOVANOST	17
3.2.1 CENTRALIZOVANÉ SYSTÉMY	17
3.2.2 ČÁSTEČNĚ DECENTRALIZOVANÉ SYSTÉMY (HYBRIDNÍ)	17
3.2.3 DECENTRALIZOVANÝ SYSTÉM	18
3.3 VÝHODY A NEVÝHODY RADIOFREKVENČNÍCH SYSTÉMŮ OPROTI SBĚRNICOVÝM SYSTÉMŮM	18
4 PROJEKT INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE S RF SYSTÉMEM XCOMFORT	19
4.1 SOUČASNÝ STAV OBJEKTU	19
4.2 ZADÁNÍ PROJEKTU	20
4.3 PŘIPOJENÍ OBJEKTU K DISTRIBUČNÍ SOUSTAVĚ	21
4.4 ROZVADĚČE V OBJEKTU	21
4.4.1 ELEKTROMĚROVÝ ROZVADĚČ RE.....	21
4.4.2 DOMOVNÍ ROZVADĚČ RD.1	23
4.4.3 DOMOVNÍ ROZVADĚČ RD.2	24
4.5 ROZPOČET KOMPONENT KLASICKÉ ELEKTROINSTALACE.....	25
4.6 POPIS FUNKCE INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE.....	26
4.6.1 OSVĚTLENÍ	26
4.6.2 ŽALUZIE	27
4.6.3 VYTÁPĚNÍ.....	27
4.7 NÁVRHOVÁ TABULKA.....	27
4.8 ROZPOČET KOMPONENT INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE.....	29
4.9 CELKOVÁ BILANCE.....	29
5 PROGRAMOVÁNÍ V KOMFORTNÍM REŽIMU	30

5.1 VYTVOŘENÍ TOPOLOGIE PROJEKTU	30
5.2 NAHRÁNÍ NASTAVENÍ DO PRVKŮ INSTALACE	31
6 ZÁVĚR	32

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 2.1-1 Spínací aktor xComfort [2]</i>	7
<i>Obr. 2.1-2 Příklad instalace aktoru [2]</i>	8
<i>Obr. 2.1-3 Vnitřní strojek nástěnného tlačítka [2]</i>	9
<i>Obr. 2.1-4 RF bezdrátová autonomní hlavice CVHZ-01/03 [2]</i>	10
<i>Obr. 2.1-5 Ukázka vzdáleného přístupu pomocí jednotky Smart Manager [2]</i>	11
<i>Obr. 2.1-6 Impulzní vstup CIZE-02/01 [2]</i>	12
<i>Obr. 3.1-1 Schéma znaku protokolu KNX [4]</i>	16
<i>Obr. 3.1-2 Schéma telegramu protokolu KNX [4]</i>	17
<i>Obr. 3.2-1 Ukázka centralizovaného systému [5]</i>	17
<i>Obr. 3.2-2 Částečně decentralizovaný systém [5]</i>	18
<i>Obr. 3.2-3 Decentralizovaný systém [5]</i>	18
<i>Obr. 4.1-1 Přízemí řešeného rodinného domu</i>	19
<i>Obr. 4.1-2 1. patro řešeného rodinného domu</i>	20
<i>Obr. 4.4-1 - Náhled rozvaděče RE</i>	22
<i>Obr. 4.4-2 Náhled rozvaděče RD.1</i>	23
<i>Obr. 4.4-3 Náhled rozvaděče RD.2</i>	24
<i>Obr. 4.6-1 Tlačítka zabudovaná v kování dveří</i>	26
<i>Obr. 5.1-1 Náhled konfiguračního SW Eaton RF-System</i>	30
<i>Obr. 5.1-2 Ukázka vytvořené topologie</i>	31

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

RF	Označení pro radiofrekvenční
HDO	Hromadné dálkové ovládání
KNX	Standardizovaný komunikační protokol pro inteligentní elektroinstalace
HDS	Hlavní domovní (pojistková) skříň
HOP	Hlavní ochranná přípojnice

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Porovnání vlastností jednotlivých systémů</i>	<i>15</i>
<i>Tab. 2 Přehled funkcí a jejich délka.....</i>	<i>16</i>
<i>Tab. 5 Rozpočet komponent klasické elektroinstalace</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 6 Návrhová tabulka.....</i>	<i>28</i>
<i>Tab. 7 Rozpočet komponent inteligentní elektroinstalace.....</i>	<i>29</i>
<i>Tab. 8 Celková bilance.....</i>	<i>29</i>

1 ÚVOD

Pro každého člověka je již od nepaměti domov neodmyslitelně spojen s pocitem bezpečí a soukromí. S rozmachem technologií a rostoucí lidskou pohodlností jsou však stále více kladeny požadavky na to, aby dům neplnil pouze dvě výše zmíněné funkce, ale aby se jeho obývání stalo co nejkomfortnější a odrážel i společenské postavení jeho obyvatel. Z těchto důvodů se čím dál častěji můžeme setkat s tzv. inteligentními domy nebo inteligentní elektroinstalací, poskytující stále vyšší míru automatizace a tím spojeného pohodlí ovládání.

1.1 Historie inteligentní elektroinstalace

Elektrická instalace je soustava ovládacích, spínacích a jisticích přístrojů vzájemně propojených vodiči, určená k rozvodu a ovládání elektrického proudu. S rozmachem a zvyšující se dostupností elektrické energie si již budovu bez elektrické instalace nedovedeme představit. Bez ní by nebylo možné jednoduše používat jakékoliv elektrické spotřebiče, které nám výrazně usnadňují život a používáme je při mnoha úkonech a činnostech.

S rozvojem elektroniky a zvyšujícími se nároky na komfort postupně docházelo k automatizaci budov a vzniku pojmů „inteligentní elektroinstalace“ nebo „inteligentní dům“. První zmínky o inteligentním domě se objevují v Japonsku v 60. letech 20. století [1]. Tehdejší myšlenka spočívala v tom, že veškeré povely byly řízeny počítačem. Zatímco určité deriváty této myšlenky nacházely uplatnění v průmyslu, pro domácí použití byl tento systém stále velmi nákladný a uživatelsky nepřívětivý. Obrat v tomto trendu nastal až po uvedení sběrnicevého systému Nikobus belgickou firmou Niko v roce 1993. Systém Nikobus byl určen právě pro obytné a kancelářské prostory a omezoval se na funkce důležité pro tuto oblast. Po úspěchu Nika v oblasti rodinných domů vzniklo několik dalších systémů a začalo docházet k ještě většímu rozšiřování inteligentní elektroinstalace.

1.2 Bezdrátová elektroinstalace

Bezdrátová elektroinstalace se řadí mezi inteligentní elektroinstalace. Tento název může být pro někoho matoucí, protože může vzbuzovat falešnou představu, že k přenosu elektrické energie není potřeba vodičů a její přenos je realizován vzduchem. To je ovšem velice mylné tvrzení. I s použitím bezdrátové elektroinstalace je nutné mít silové rozvody realizované klasicky. Smysl bezdrátové elektroinstalace spočívá v tom, že řídicí povely pro spínání a ovládání zátěží nejsou přenášeny po sběrnici, ale právě bezdrátově. Správnější, i když ne moc využívaný výraz pro tento typ instalace je „Radiofrekvenční systém řízení“.

1.3 Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je obecné představení radiofrekvenčních systémů pro řízení budov. Dále má tato práce za cíl srovnání sběrnicevých a radiofrekvenčních řídicích systémů a uvedení jejich výhod a nevýhod. Dalším bodem je návrh aplikace RF systému pro konkrétní budovu a zpracování projektové dokumentace, včetně vytvoření programu pro ovládání jednotlivých radiofrekvenčních prvků v této instalaci.

2 RADIOFREKVENČNÍ SYSTÉMY PRO ŘÍZENÍ BUDOV

Principem všech radiofrekvenčních systémů jsou dva prvky- vysílač, který vysílá povely na základě aktivace uživatelem a přijímač, též zvaný aktor, který na základě přijatého signálu provede požadovanou akci. Toto je společný rys všech bezdrátových systémů napříč výrobci. Jednotlivé systémy se pak liší šíří portfolia druhů aktorů, druhů vysílačů a ostatních periférií připojitelných do systému. Někteří výrobci navíc umožňují i vzdálený přístup do systému, kdy po jeho instalaci lze jednotlivé aktory ovládat např. pomocí mobilního telefonu nebo počítače. Veškeré druhy bezdrátové elektroinstalace naleznou uplatnění zejména při rekonstrukcích budov a rozšiřování již stávající instalace, protože není třeba výrazněji zasahovat do omítek a instalovat sběrnici. Následující kapitoly popisují základní vlastnosti a prvky nejpoužívanějších bezdrátových systémů.

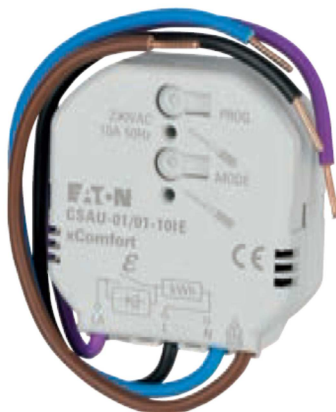
2.1 Radiofrekvenční systém xComfort

Bezdrátová elektroinstalace xComfort je vyvinuta a vyráběna firmou Eaton. Tento systém je značně rozšířen v Norsku. Je určen zejména pro spínání a řízení osvětlení, topení a chlazení a řízení roletových systémů. Vysílače a aktory pracují na frekvenci 868,3Mhz [2]. Z principu činnosti se jedná o decentralizovaný systém. Pro provoz systému není nutná žádná centrální řídicí jednotka. To je i velkou výhodou systému. Díky absenci centrální jednotky je systém funkční i v případě poruchy některých aktorů či ovládacích spínačů. Zároveň je systém jednoduše rozšiřitelný o další komponenty a možnosti.

2.1.1 Popis jednotlivých prvků xComfort

2.1.1.1 Aktory

RF aktory xComfort po příjmu povelu sepnout spínají zátěž polovodičovým výstupem v nule proudu. Poté dojde k přemostění elektronického obvodu reléovým kontaktem pro snížení tepelných ztrát. Rozsah pracovních teplot všech aktorů je -5°C až $+55^{\circ}\text{C}$. Zároveň disponují tepelnou ochranou, která odepne zátěž při překročení teploty aktoru 55°C . Po snížení této teploty dojde automaticky k znovusepnutí aktoru. Instalují se do instalační krabice u zátěže. Výčet níže představuje nejpoužívanější typy a typy použité v projektu.



Obr. 2.1-1 Spínací aktor xComfort [2]

a) Spínací aktor

- určen pro spínání odporové, induktivní nebo kapacitní zátěže

- vyrábí se ve dvou variantách jmenovitého proudu- 10A a 16A
- používá se nejčastěji pro spínání osvětlení, el. spotřebičů, zásuvek a čerpadel

b) Spínací aktor s binárním vstupem

- vyrábí se ve dvou variantách jmenovitého proudu 10A a 16A
- určen pro spínání odporové, induktivní nebo kapacitní zátěže
- díky binárnímu vstupu jej lze ovládat i klasickým vypínačem nebo tlačítkem

c) Spínací aktor s binárním vstupem a měřením el. energie

- vyrábí se ve dvou variantách jmenovitého proudu 10A a 16A
- určen pro spínání odporové, induktivní nebo kapacitní zátěže
- díky binárnímu vstupu jej lze ovládat i klasickým vypínačem nebo tlačítkem
- měří spotřebu el. energie připojené zátěže
- používá se nejčastěji pro spínání přímotopu, bojleru apod.

d) Stmívací aktor

- určen pro stmívání klasických, halogenových a úsporných žárovek
- vhodné pro tiché spínání termoelektrických ventilů
- vyrábí se ve dvou variantách pro 125W a 250W zátěže

e) Stmívací aktor pro elektronické zdroje

- určen pro stmívání LED osvětlení a úsporných žárovek
- vhodný pro použití elektronických transformátorů halogenových žárovek na malé napětí
- vyrábí se ve dvou variantách pro 250W a 500W zátěže

f) Roletový aktor

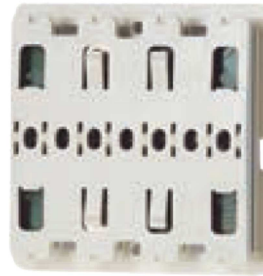
- pro ovládání motorových pohonů ve dvou směrech
- umožňuje krokování motorové zátěže



Obr. 2.1-2 Příklad instalace aktoru [2]

2.1.1.2 Spínače

Spínače komunikují s libovolným aktorem, přičemž funkce spínače je právě dána funkcí ovládaného aktoru (spínání, stmívání, atd.). Napájení je zajištěno plochou baterií, kterou je dle výrobce nutno měnit v cca. desetiročních intervalech [2]. V zásadě existují dva druhy – nástěnný se vzhledem klasického vypínače a dálkový ovladač.



Obr. 2.1-3 Vnitřní strojek nástěnného tlačítka [2]

a) Nástěnná tlačítka

- simulují vzhled klasického vypínače
- lze je umístit kamkoliv a kdykoliv přemístit
- vyrábějí se jako 2, 4, a 8 tlačítkové

b) Dálkové ovladače

- jedním ovladačem lze ovládat nezávisle několik okruhů
- vybaveny potvrzovací LED

2.1.1.3 Senzory

Senzory mohou komunikovat přímo s libovolným aktorem, nebo jejich výstupy mohou být přivedeny do řídicí jednotky Smart Manager a ta může dle nastavení udávat povely příslušným aktorům. Senzory nemusí mít nutně RF komunikaci. Jejich začlenění do systému se provádí pomocí impulzních nebo analogových vstupů. Více o těchto vstupech v kapitole 2.1.1.6.

a) PIR RF detektor pohybu

- 2 kanálový
- využití pro spínání osvětlení a bezpečnostní funkce
- detekce pohybu na vzdálenost max. 8 m
- detekční úhel 110°

b) Senzor osvětlení

- využití pro řízení osvětlení nebo žaluzií
- výstup 0 – 10 V
- začlenění do RF pomocí analogového vstupu

c) RF pokojový termostat

- měření aktuální teploty v místnosti v rozsahu 0 až +40 °C
- nastavení teploty regulačním kolečkem

2.1.1.4 Hlavice pro řízení vytápění

V systému xComfort existují dva druhy hlavice. Bezdrátová autonomní hlavice, která je schopna pracovat bez jakékoliv vazby na aktor nebo řídicí jednotku. Veškeré funkce potřebné k řízení vytápění jsou obsaženy přímo v hlavici. Dalším druhem hlavice jsou termoelektrické ventily, které jsou řízeny přiváděním napětí na jejich svorky. Bez napětí je ventil vypnutý a topný okruh netopí. Tyto hlavice jsou zpravidla ovládány stmívacími aktory.



Obr. 2.1-4 RF bezdrátová autonomní hlavice CVHZ-01/03 [2]

a) RF bezdrátová autonomní hlavice

- pro plynulé řízení průtoku topné vody
- zabudovaný motorový pohon a senzor teploty
- displej pro nastavení a zobrazení aktuální teploty

b) Termoelektrický ventil

- ovládání pomocí spínacích nebo stmívacích aktorů
- bez napětí je ventil vypnutý

2.1.1.5 Smart Manager

Moderní trendy v inteligentní elektroinstalaci směřují k ovládání funkcí systému i přes vzdálený přístup. Systém který by toto neumožňoval, by v dnešní silné konkurenci neměl velké šance na úspěch. Jak vyplynulo z předchozích kapitol, komunikace RF systému xComfort probíhá pouze mezi aktorem a spínačem a žádný vzdálený přístup v této konfiguraci není možný. Proto vznikla jednotka Smart manager, která umožňuje správu a řízení akotrů vzdáleně. Smart manager se instaluje do rozvaděče a disponuje Wi-fi připojením a konektorem RS232 pro připojení k Wi-fi routeru pomocí LAN. Po připojení jednotky k internetu a jejím nakonfigurováním s ostatními prvky je možné plně využívat veškeré funkce systému i dálkově přes tablet nebo mobilní telefon. Pro tuto funkci je vhodné mít na smartphonu nainstalovanou aplikaci Smart Home xComfort, která je dostupná pro zařízení s operačním systémem iOS a Android. Pro ostatní zařízení s jiným operačním systémem, jako

je PC nebo SmartTV, popřípadě mobilní zařízení s WindowsPhone, lze využít internetový prohlížeč. Takto lze ovládat osvětlení a spotřebiče, zónově nastavovat parametry vytápění nebo chlazení a řízení rolet. Při použití aktorů s funkcí měření energie lze přes mobilní telefon nebo tablet sledovat spotřebu jednotlivých spotřebičů připojených k aktorům. Software umožňuje integraci IP kamer s univerzálním protokolem ONVIF a také od výrobců Panasonic, Mobic, Sercom a Axis. Aplikace dále umožňuje vytváření maker, světelných scén a dalších funkcí pro řízení chytrého domu. V případě připojení pohybových čidel a jiných bezpečnostních prvků do systému umožňuje Smart Manager odesílání automatických e-mailů a sms se stavovými zprávami. Vzdálená komunikace může fungovat jak na přímo, to znamená že povely odeslané z mobilního zařízení přes internet jsou odeslány přímo do Smart Manageru, tak přes server firmy Eaton, kdy je veškerá komunikace s mobilním telefonem odeslána na zabezpečený server, kde dojde k jejímu zašifrování a odeslání do Smart Manageru [2].



Obr. 2.1-5 Ukázka vzdáleného přístupu pomocí jednotky Smart Manager [2]

2.1.1.6 Začlenění prvků bez RF komunikace do systému

Pro rozšíření RF systému xComfort o prvky jiných výrobců, které postrádají RF komunikaci slouží několik vstupů. Zejména se jedná o přístroje s bezpečnostními funkcemi, jako jsou PIR čidla, senzory vlhkosti a teploty, detektory kouře, okenní kontakty apod. Bez možnosti rozšiřitelnosti o tyto prvky by byly možnosti systému z části omezené a neumožňovaly by uživateli plnou kontrolu jeho domu a řízení a sledování některých, pro uživatele důležitých, funkcí.

Pro začlenění cizích prvků s funkcí klasických spínačů a senzorů jako jsou např. senzory kouře a zaplavení, senzory rozbití skla ale i např. signál HDO slouží jednotky s binárními vstupy. V srovnání RF systému se pro tento účel nachází několik možností. Pro prvky s bezpotenciálovými kontakty slouží dvojitý binární bateriový vstup CBEU-02/02. Tímto vstupem lze do systému zařadit většinu bezpečnostních senzorů EZS, EPS apod. Pro začlenění prvků s napětíovou úrovní 230V, jak je signál HDO nebo od povětrnostní automatiky, kontaktů stykačů a dalších prvků slouží dvojitý binární vstup CBEU-02/01.

K začlenění prvků s analogovými výstupy 0-10 V DC, 0 – 20 mA, 4 – 20 mA, jako jsou nejrůznější měřiče teploty a vlhkosti a měřiče osvětlení slouží dvojitý analogový vstup CAEE-02/01. Ovšem tento modul má dvě velké nevýhody. Vzhledem k jeho velikosti jej nelze umístit do instalační krabice, jako je tomu u aktorů. Většinou se tyto analogové vstupy umísťují do rozváděče. To ovšem znamená přivést kabeláž od senzoru až ke vstupu, což může v některých případech znamenat velkou vzdálenost a částečně se tím stírá výhoda RF systému xComfort, který jinak nevyžaduje téměř žádné stavební úpravy jako je sekání drážek do stěn a snížené finanční náklady díky absenci sběrnice nebo další kabeláže. Další nevýhodou tohoto vstupu je nutnost externího napájení. Tento vstup vyžaduje napájení 24V DC, což znamená další náklady v podobě pořízení napájecího zdroje. Toto je proti filozofii nenáročné bezdrátové elektroinstalace, na druhou stranu je však v dnešní době nutnost zařazovat do elektroinstalace i prvky s analogovými výstupy.

Poslední skupinou jsou prvky s impulzními výstupy, jako jsou plynové kotle, elektroměry a jiné nepřímé měřiče spotřeby. Pro sledování hodnot z těchto zařízení a jejich přenos do RF systému slouží dvojitý impulzní vstup CIZE-02/01. Frekvence sledovaného výstupu může být max. 16Hz. Ovšem stejně jako u vstupu CAEE-02/01, tak zde patří k nevýhodám tohoto modulu jeho velikost a nutnost externího napájení 24V DC.



Obr. 2.1-6 impulzní vstup CIZE-02/01 [2]

2.1.2 Specifika přenosu radiofrekvenčního signálu

Na rozdíl od sběrnice systému, při instalaci radiofrekvenčního systému pro řízení budovy je nutné brát v úvahu šíření radiofrekvenčního signálu uvnitř budovy a jeho prostupnost skrz různé materiály. Stejně jako u signálu Wi-fi a umístění routeru a jednotlivých zařízení přijímajících Wi-fi signál, i zde záleží na umístění jednotlivých aktorů a spínačů.

Dosah signálu v budově je závislý na stavebním provedení budovy a na použitých stavebních materiálech. V budově s otevřenou architekturou je dosah jednotlivých prvků 30 až 50m, což v praxi představuje prostup RF signálu přes 2 zdi nebo 1 strop. Na volném prostoru může být dosah signálu až 100m. Z měření prostupu RF signálu různými materiály provedené firmou Eaton vyplývá, že prostup signálu u cihlové zdi je v závislosti na její tloušťce a použitých cihlách 60-90%. V případě dřevostaveb, dřevěných konstrukcí a sádkartonových desek je prostup signálu velmi dobrý, činí přibližně 80-95%. Naopak prostup armovaným betonem je v závislosti na jeho tloušťce 20-60%. Plasty a běžné sklo nepředstavují zásadní překážku pro šíření signálu a prostupnost je mezi 70-95%. Naopak největší překážku v šíření RF signálu představují kovy. V případě použití kovových přepážek, nebo třeba izolačního skla s pokovením je prostupnost signálu pod 30% [2].

Z důvodu eliminace této nevýhody umožňují jednotlivé aktory přesměrování signálu (rerouting). V případě, že dosah signálu mezi aktorem a senzorem se stává problematickým - např. oceloplechová rozvodnice je instalována přímo ve směru vysílání signálu nebo vzdálenost mezi senzorem a aktorem je příliš velká, předání signálu do příslušného aktoru je

umožněno sousedními nejbližšími aktory, příp. routery. Informace může být přenášena téměř na libovolnou vzdálenost. Komunikace mezi přístroji je nastavena v komfortním režimu automaticky dle nejkvalitnějšího spojení mezi přístroji. Softwarem MRF je možné nastavení manuálního routingu. V základním režimu je možné směřování signálu prostřednictvím routeru CROU, který se k tlačítku v tomto režimu naprogramuje.

2.1.3 Programování RF systému xComfort

Programování jednotlivých prvků může probíhat dvěma způsoby.

2.1.3.1 Základní režim

Programování v tomto režimu nevyžaduje žádné znalosti programovacích jazyků. V podstatě se jedná pouze o přiřazení jednoho a více aktorů k jednomu až několika spínačům. Tento režim je určen pro snadné a rychlé nastavení senzorů a aktorů pouze v základních funkcích. K nastavení postačí malý šroubovák. Při stisku tlačítka nebo dálkového ovládače mohou být spínací aktory pro ovládání spotřebiče aktivovány ve funkcích ZAP / VYP. Pro plynulou regulaci osvětlení stmívací aktory mohou být aktivovány ve funkcích STMÍVÁNÍ / ROZJASŇOVÁNÍ s dobou ovládání 5s bez možnosti nastavení rozsahu stmívání (regulační rozsah je předdefinován od 20 do 100 %). Nastavení roletových aktorů pro ovládání rolet a žaluzií je možné pouze ve standardním ovládání s pevně nastavenou dobou chodu motoru 1 min. Programování, resp. přiřazování prvků probíhá tak, že se stiskne mikrospínač na aktoru a následně se stisknou všechna tlačítka, ze kterých má být daný aktor ovládán. Připojené osvětlení a LED dioda na aktoru 2x blikne pro potvrzení funkce. Programování aktoru se ukončí opětovným mikrospínačem na aktoru. [2]

2.1.3.2 Komfortní režim

Umožňuje rozšířené nastavení komfortních funkcí RF systému, např. nastavení přesných časů pro vytažení rolet, nastavení časového zpoždění ZAP / VYP spotřebičů nebo osvětlení při stisku tlačítka, umožňuje rovněž rozlišit dobu stisku tlačítka. Pro regulaci osvětlení umožňuje nastavení parametrů stmívání osvětlení (doba a rozsah stmívání) včetně nastavení světelných scén, funkce „blikání“ apod. Pro oblast vytápění / klimatizace umožňuje nastavení teplotních parametrů pokojových termostátů a teplotních senzorů. Lze nastavit parametry teplot a vlhkosti pro vyhodnocení v řídicích jednotkách a kompletní parametrizaci funkcí Smart Manageru.

Pro práci v komfortním režimu je nutné použít PC se softwarem MRF a USB skener (konfigurační interface), typ CKOZ-00/13. USB skener se využívá pro skenování přístrojů a odesílání nastavených parametrů zpět do přístrojů.

2.2 Radiofrekvenční systém iNELS RF control

Systém RF control české firmy Elko EP je obdobou systému xComfort. I zde probíhá komunikace mezi aktory a spínači na frekvenci 868MHz. V podstatě každý prvek xComfortu má i svůj ekvivalent v řešení firmy Elko EP. Z tohoto důvodu není nutné zde jednotlivé prvky představovat dopodrobna. Výhodou tohoto systému je možnost jeho doplnění a integraci do sběrnicevého systému iNELS Bus. Z tohoto důvodu je možné chápat RF control jako vhodné doplnění již stávající elektroinstalace s použitím iNELS Bus a to bez nutnosti provádění významných stavebních úprav, které by čistě sběrnicevý systém představoval. [3]

Na rozdíl od sběrnice systémů, v případě RF systémů prozatím neexistuje žádný komunikační standard, jako je např. KNX. Proto není možné RF control kombinovat se systémem xComfort. Tudíž v případě jakéhokoliv doplnění již stávající instalace je nutné použít rozšiřující prvky opět od stejného výrobce.

2.3 Radiofrekvenční systém Loxone Air

Další možnost bezdrátové elektroinstalace představuje řešení Loxone Air firmy Loxone Electronics GmbH se sídlem v rakouském Kollerschlagu. Oproti výše zmíněným systémům je funkce tohoto rozdílná. Předchozí systémy nepotřebovaly ke své funkci centrální jednotku. Loxone Air je pouze připojitelný modul k centrální řídicí jednotce Loxone miniserver a spíše připomíná sběrnice technologii. To znamená, že veškeré funkce systému jsou řízeny centrálně. [4]

2.4 Radiofrekvenční systém RFox

Podobné řešení jako nabízí Loxone Air přináší i česká firma Teco a.s. se svým systémem Foxtrot RFox. Systém foxtrot využívá centrální řídicí jednotku, např. CP-1000, ke které lze přes sběrnici TCL2 připojit až 4 Bezdrátové komunikační moduly. Ty pak zprostředkovávají přenos povelů z/do centrální řídicí jednotky do/od jednotlivých bezdrátových prvků systému. Stejně jako v případě iNELS nebo Loxone, i zde je radiofrekvenční systém chápán spíše jako doplnění sběrnice řešení této firmy – CFox. [5]

2.5 Porovnání jednotlivých systémů

Bližší představu o rozdílech mezi jednotlivými systémy různých výrobců dokreslí tabulka porovnání (Tab. 2). V porovnání jsou zahrnuti ti výrobci a ty systémy, které na českém trhu představují z pohledu firmy Eaton největší konkurenci systému xComfort.

Vysvětlivky k tabulce:

- 1) V případě, že zákazník nepoužije hlavní řídicí jednotku a spokojí se se základními funkcemi systému
- 2) Propojení je realizováno přídatným modulem
- 3) V případě použití centrální řídicí jednotky
- 4) Číslo se může lišit v závislosti na zvolené řídicí jednotce daného systému a na typech použitých prvků

3 SROVNÁNÍ SBĚRNICOVÝCH A RADIOFREKVENČNÍCH ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ

Mezi největší a již z názvu patrný rozdíl mezi těmito dvěma platformami je ve způsobu přenosu řídicích signálů. Zatímco radiofrekvenční systémy přenášejí řídicí signály mezi jednotkami vzduchem, u sběrnice je nutné tyto jednotky připojit k datové sběrnici. Ta je nejčastěji realizována krouceným párem vodičů, které slouží jak pro přenos signálů tak i pro napájení jednotlivých prvků. Kabele používané pro datovou sběrnici jsou YCYM 2x2x0,8 a JYSTY 2x2x0,8.

3.1 Komunikace ve sběrnicevých systémech

Nejvýznamnější výrobci sběrnicevých systémů (ABB, Schneider, Siemens) používají otevřený komunikační protokol KNX. Ten byl vyvinut pod dohledem asociace KONNEX za účelem sjednocení do té doby několika různých komunikačních standardů. V jedné instalaci a na jedné sběrnici mohou být připojeny přístroje od různých výrobců, pokud tito výrobci deklarují shodu těchto přístrojů se standardem KNX. Pro přenos dat v tomto standardu se používá rámec definující veškerá potřebná data a informace zajišťující správnou komunikaci jednotlivých přístrojů. Pro různé funkce, nastavení nebo měření je nutné přenášet různě dlouhé informace. Například pro funkci spínání je potřeba pouze informace o délce 1 bitu. Stavby od 0% do 100% se vyjadřují 256 kroky, tedy 256 stavů, pro jejichž binární vyjádření je potřeba informace o délce 8 bitů. Délku jednotlivých funkcí shrnuje následující tabulka:

Funkce	Počet stavů	Rozměr dat
spínání	2	1 bit
priorita	4	2 bity
stmívání	16	4 bity
hodnota	256	8 bitů
teplota	65536	16 bitů
čítač	4294967296	32 bitů

Tab. 2 Přehled funkcí a jejich délka

Celý komunikační telegram je vyslán po 11 bitových znacích. Znak začíná startovacím bitem, následuje 8 bitů s přenášenou informací, následuje paritní bit a stop bit. Doba potřebná pro přenos celého telegramu závisí na délce informace, která má být sdělena účastníkům na sběrnici. Nejjednodušší telegram pro příkaz zapnutí nebo vypnutí se sestává z 8 znaků a jednoho znaku pro potvrzení. Nejdelší telegram může obsahovat až 23 znaků a jeden znak pro potvrzení telegramu [4].



Obr. 3.1-1 Schéma znaku protokolu KNX [4]



Obr. 3.1-2 Schéma telegramu protokolu KNX [4]

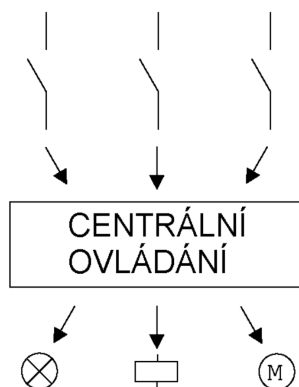
Aktuální seznam všech výrobců, kteří využívají standardu KNX je dostupný na internetové adrese <http://www.knx.org/knx-en/manufacturers/list/index.php>. Při využití řídicích systémů ostatních výrobců, kteří se nepřipojili ke standardu KNX, je uživatel nucen celou instalaci realizovat pouze s prvky tohoto konkrétního výrobce a zpravidla nemá možnost do systému jakkoliv jinak zasahovat. V tomto případě hovoříme o uzavřeném systému.

3.2 Centralizovanost

Dle způsobu připojení jednotlivých prvků na komunikační sběrnici, resp. dle samotného ovládání jednotlivých funkcí, lze řídicí systémy dělit do následujících kategorií:

3.2.1 Centralizované systémy

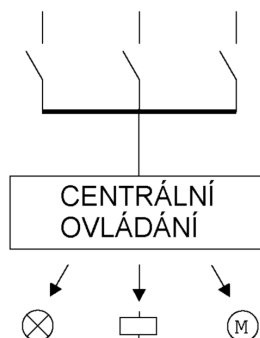
Veškerá činnost elektroinstalace je řízena povely z jedné hlavní řídicí jednotky, na níž jsou jednotlivé prvky hvězdicově připojeny. Tyto prvky spolu mohou komunikovat pouze prostřednictvím řídicí jednotky. Tyto systémy naleznou uplatnění v menších objektech, jako jsou rodinné domy, menší administrativní budovy apod. Obrovskou nevýhodou centrálního řízení je fakt, že v případě poruchy jednotky nelze dům vůbec ovládat. V případě poruchy např. v průběhu vánočních svátků se takto dům stane prakticky neobyvatelný a příjezd servisní firmy a náprava problému může trvat i několik dní. [5]



Obr. 3.2-1 Ukázka centralizovaného systému [5]

3.2.2 Částečně decentralizované systémy (hybridní)

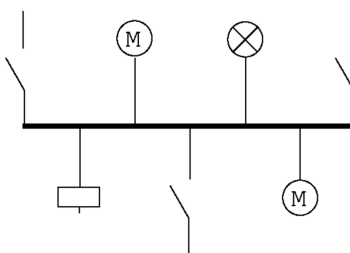
V případě, že jsou vstupy zapojeny na sběrnici, ale výstupy jsou hvězdicově připojeny na řídicí jednotku, hovoříme o částečně decentralizovaném systému. Jeho nevýhoda je stejná jako v případě centralizovaného systému. [5]



Obr. 3.2-2 Částečně decentralizovaný systém [5]

3.2.3 Decentralizovaný systém

U decentralizovaného systému má každý prvek instalace své vlastní řízení a je přímo připojen na sběrnicevé vedení. V tomto případě neexistuje žádná hlavní řídicí jednotka. Výhodou tohoto řešení je větší spolehlivost systému, kdy v případě nefunkčnosti jednoho prvku zbytek instalace i nadále funguje. [5]



Obr. 3.2-3 Decentralizovaný systém [5]

3.3 Výhody a nevýhody radiofrekvenčních systémů oproti sběrnicevým systémům

Následující text shrnuje ostatní obecné srovnání systémů na základě přenosu signálu

Výhody RF systémů

- Při implementaci systému v rámci rekonstrukce není nutná instalace sběrnice a s tím spojené stavební úpravy.
- Při změně rozmístění nábytku lze RF spínače bez problémů přemístit.
- Vhodné pro osoby s omezenou možností pohybu při použití dálkového ovladače.
- RF spínače lze umístit i na povrchy, do kterých nelze mechanicky zasahovat, jako jsou celoskleněné dveře, okna apod.
- Nehrozí mechanické přerušení sběrnice a s tím spojená nefunkčnost systému.

Nevýhody RF systémů

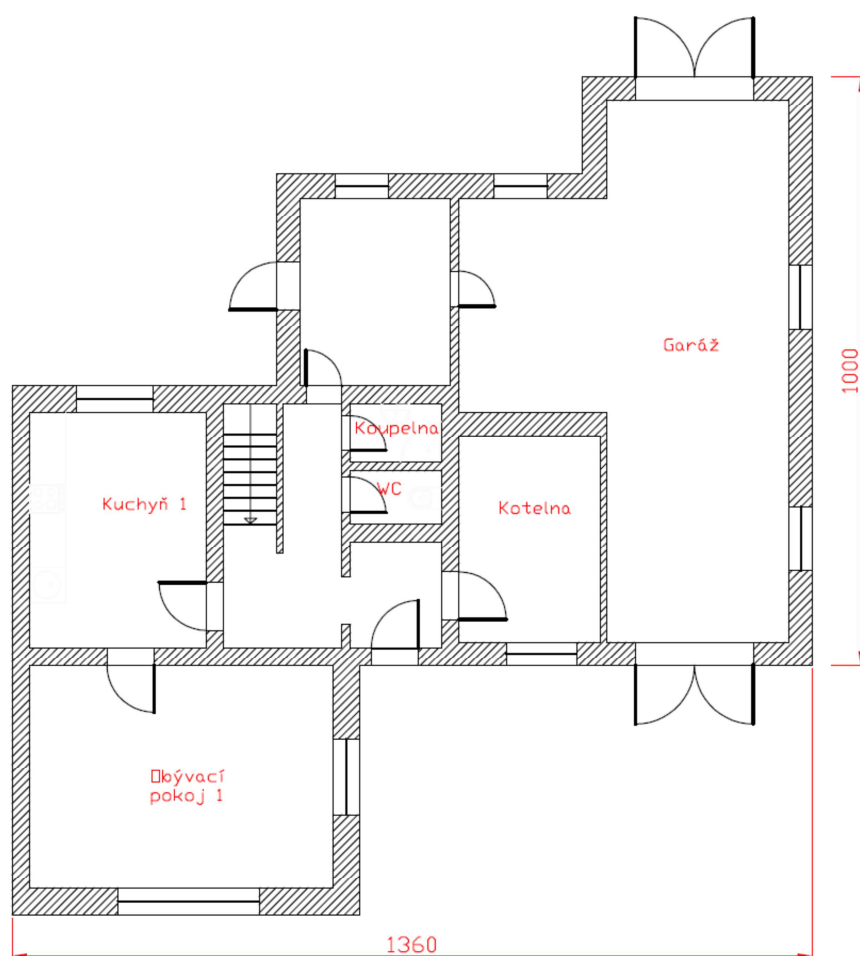
- Nutnost výměny baterií v RF spínačích (dle výrobce a podmínkách provozu je nutná výměna po 5-10 letech)
- Při návrhu a rozmístění jednotlivých prvků se musí dbát na dosah jejich signálů (u RF systému xComfort zčásti potlačeno routingem signálu, viz. kapitola 2.1.2).
- Obecně se hodí spíše pro menší projekty.
- Zvyšuje úroveň elektrosmogu v daném objektu.

4 PROJEKT INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE S RF SYSTÉMEM xCOMFORT

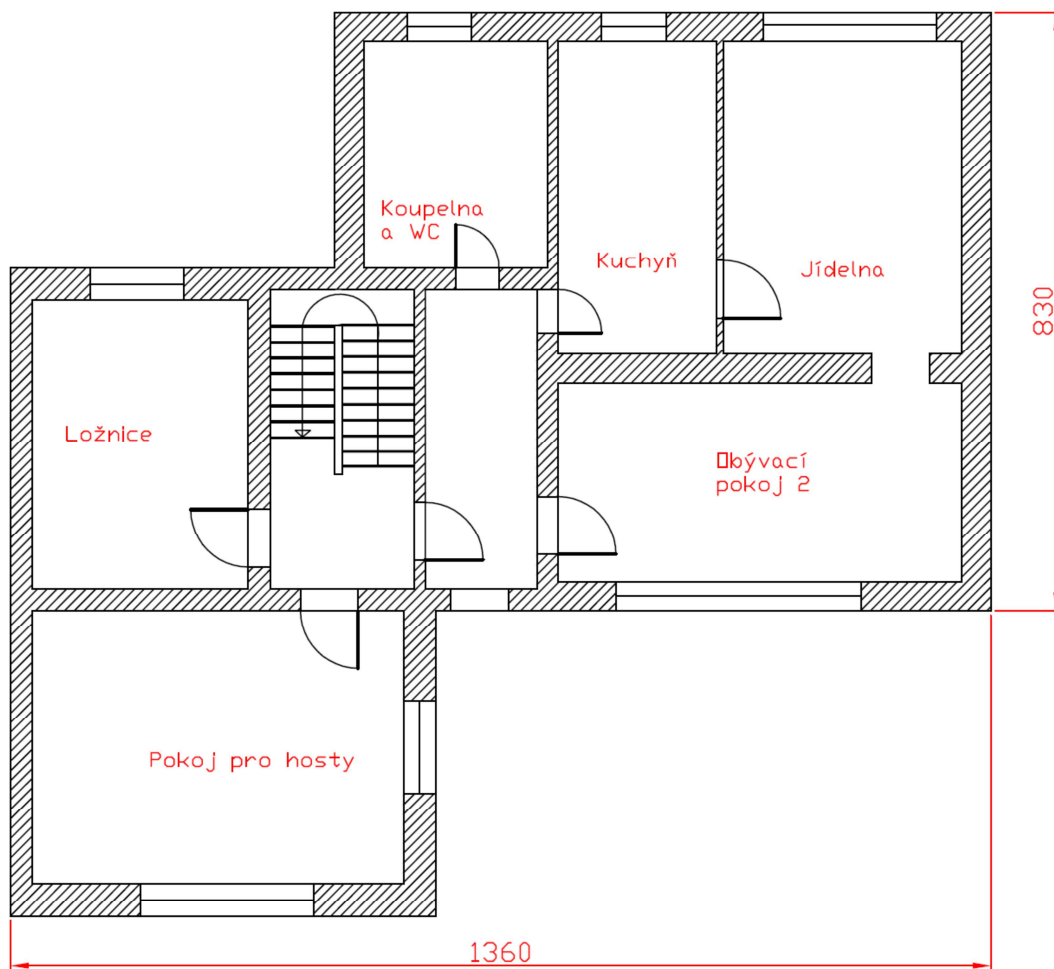
Předmětem zpracovávaného projektu je dvoupatrový rodinný dům, nacházející se nedaleko centra Ústí nad Orlicí v Pardubickém kraji. Původní objekt byl vystavěn v 50. letech 20. století dle návrhu architekta Stanislava Tošovského a sestával se ze dvou místností v přízemí a dvou místností v prvním nadzemním podlaží. V roce 1981 proběhla přístavba k původnímu objektu do podoby, která je již prakticky shodná s tou dnešní, pouze s tím rozdílem, že došlo ke zrušení kuchyně a obývacího pokoje v přízemí a tyto místnosti nebyly obyvateli domu plně využívány. Objekt je koncipován jako dvougenerační s jednou bytovou jednotkou v přízemí a jednou bytovou jednotkou v prvním nadzemním podlaží.

4.1 Současný stav objektu

V současnosti je v prvním nadzemním podlaží objektu původní klasická elektroinstalace z roku 1981. Elektroinstalace je realizována dvouvodičově hliníkovými kabely. V přízemí došlo k částečné rekonstrukci elektroinstalace v roce 2011, při které se staly z původně dvou technických neobývaných místností kuchyň a obývací pokoj a tato rekonstrukce se týkala právě těchto dvou místností. Na vnější stěně objektu se nachází elektroměrový rozvaděč s hlavním jističem. Každé patro má svůj vlastní podružný rozvaděč bez možnosti podružného měření elektrické energie. Na Obr. 4.1-1 a Obr. 4.1-2 je znázorněn půdorys pater objektu.



Obr. 4.1-1 Přízemí řešeného rodinného domu



Obr. 4.1-2 1. patro řešeného rodinného domu

4.2 Zadání projektu

Požadavek investora je kompletní rekonstrukce elektroinstalace v prvním nadzemním podlaží, technických místnostech v přízemí a implementace inteligentního řídicího systému v celé budově. Vzhledem k částečné rekonstrukci v přízemí je požadováno, aby implementace co možná nejméně zasáhla do již zrekonstruované části z roku 2011. Z tohoto důvodu byl vznesen požadavek na radiofrekvenční řízení, které představuje minimální zásah do již zrekonstruované části. Požadavek na řídicí systém je kompletní ovládání osvětlení a vytápění ve všech obytných místnostech a ovládání žaluziového systému v prvním nadzemním podlaží.

Dalším požadavkem je přístup co možná největšího množství spínacích přístrojů (jističů a chráničů) zevnitř budovy. Z tohoto důvodu byly zachovány všechny tři rozvaděče v objektu s tím, že v elektroměrovém rozvaděči se nacházejí pouze ty nejnnutnější přístroje pro jeho funkci.

V době zpracování projektu nebylo dosud investorem rozhodnuto, jakým způsobem bude realizován rozvod internetu a televizního vysílání v objektu, proto tyto rozvody nejsou v projektu obsažené.

4.3 Připojení objektu k distribuční soustavě

Přívod elektrické energie z veřejné elektrické sítě 3+PEN, 230/400V, 50Hz je realizován venkovním kabelem, který je zakončen v HDS. Ta je osazena třemi závitovými pojistkami typu D s charakteristikou gG/gL. Jmenovitá hodnota těchto pojistek je 50A, typová velikost DIII. Připojení elektroměrového rozvaděče RE k HDS je realizováno kabelem AYKY-J 5x25 uloženým ve stěně v trubce (způsob uložení C). Tato část elektroinstalace není zahrnuta do uvažované rekonstrukce.

4.4 Rozvaděče v objektu

4.4.1 Elektroměrový rozvaděč RE

Elektroměrový rozvaděč RE je osazen hlavním jističem s jmenovitým proudem 25A, typ vypínací charakteristiky B dle ČSN EN 60898-1. Dále je vybaven elektroměrovým křížem pro osazení elektroměru dodaného distributorem elektrické energie, v tomto případě se jedná o společnost ČEZ Distribuce a.s. Vzhledem k realizaci přívodu elektrické energie do objektu venkovním kabelem je rozvaděč RE nadále osazen kombinovaným svodičem přepětí třídy T1+T2 dle ČSN EN 61643-11 s možností výměny modulů bez nutnosti odplombování rozvaděče. V rozvaděči RE dochází ke změně sítě z TN-C na TN-S. Bod rozdělení vodiče PEN na PE a N je připojen na HOP dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2.

Stručné technické parametry použité rozvodnice:

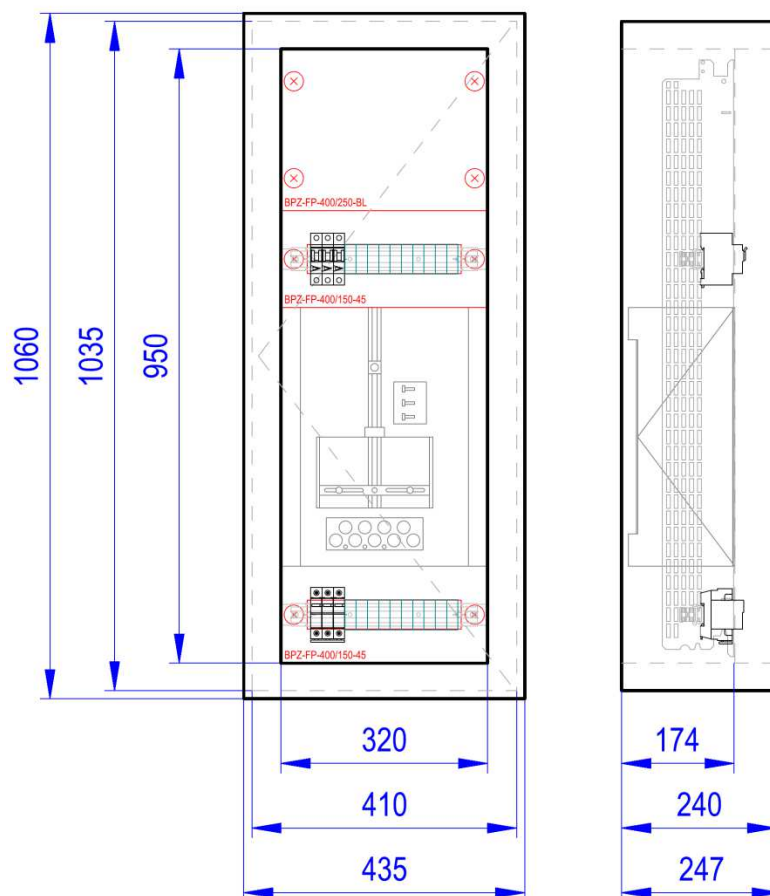
Výrobce: Eaton

Typová řada: xEnergy Basic

Montáž: Pod omítkou

Stupeň krytí: IP54

Rozměry: 435 x 1060 x 247 mm



Obr. 4.4-1 - Náhled rozvaděče RE

4.4.2 Domovní rozvaděč RD.1

Připojení rozvaděče RD.1 k rozvaděči RE je realizováno kabelem CYKY-J 5x6. Tento rozvaděč je na vstupu osazen proudovými chrániči pro jednotlivé skupiny okruhů s funkcí doplňkové ochrany osob před úrazem elektrickým proudem (typy s hodnotou jmenovitého reziduálního proudu $I_{\Delta n}$ 30 mA), popř. s funkcí doplňkové ochrany při poruše (typ s hodnotou jmenovitého reziduálního proudu $I_{\Delta n}$ 300 mA). Tyto proudové chrániče jsou jištěny hlavním jističem umístěným v RE a s ohledem k této skutečnosti byl zvolen jejich jmenovitý proud 40 A. K těmto proudovým chráničům jsou přiřazeny jednotlivé jističe pro jištění zásuvkových a světelných obvodů. Z rozvaděče RD.1 je vyveden přívod rozvaděče RD.2 realizovaný kabelem CYKY-J 5x6. Světelné vývody jsou realizovány kabelem CYKY-J 3x1,5. Zásuvkové vývody jsou realizované kabelem CYKY-J 3x2,5.

Stručné technické parametry použité rozvodnice:

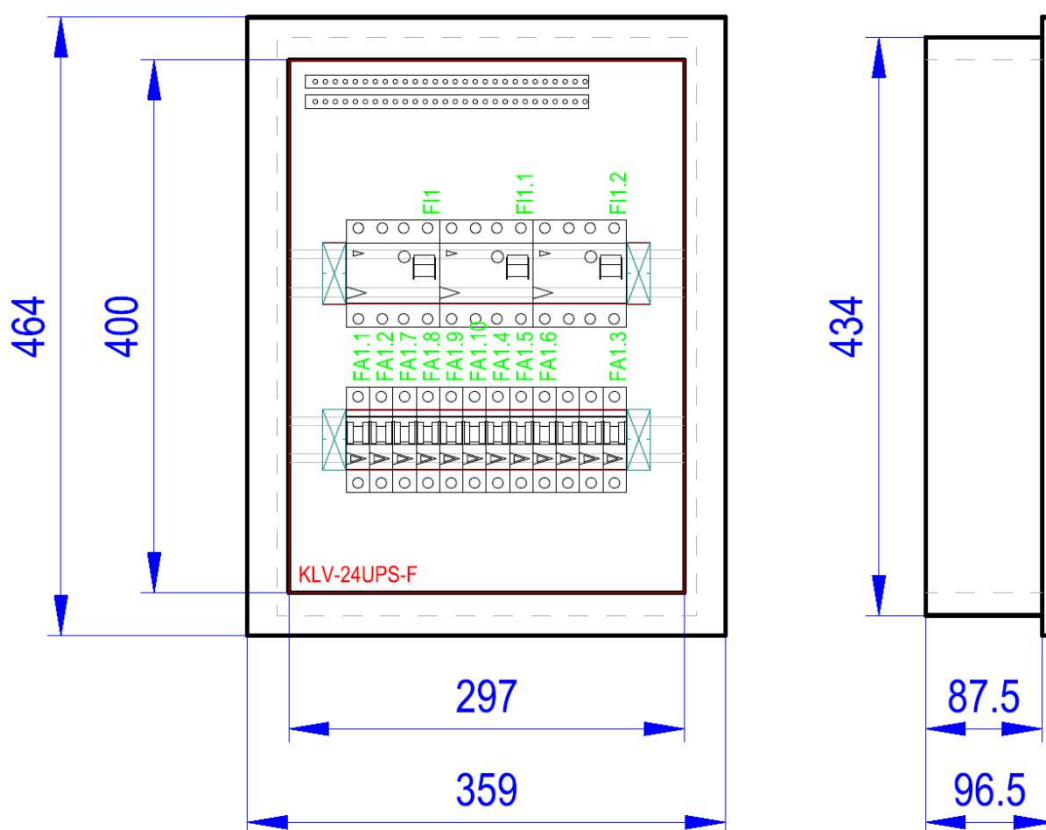
Výrobce: Eaton

Typová řada: KLV

Montáž: Pod omítkou

Stupeň krytí: IP30

Rozměry: 359 x 464 x 95,5 mm



Obr. 4.4-2 Náhled rozvaděče RD.1

4.4.3 Domovní rozvaděč RD.2

Rozvaděč RD.2 je podobně jako RD.1 osazen na vstupu proudovými chrániči s funkcí doplňkové ochrany osob před úrazem elektrickým proudem. K těmto proudovým chráničům jsou přiřazeny jističe pro jištění jednotlivých zásuvkových a světelných okruhů. Světelné vývody jsou realizovány kabelem CYKY-J 3x1,5. Zásuvkové vývody jsou realizované kabelem CYKY-J 3x2,5. Vývod pro ovládání termoelektrických ventilů použitých pro ovládání vytápění je realizován kabelem CYKY-J 3x1,5. Vývod pro ovládání žaluziových motorů je realizován kabelem CYKY-J 3x2,5. Úmyslně byla zvolena větší rozvodnice pro možnost instalace Smart Manageru do tohoto rozvaděče.

Stručné technické parametry použité rozvodnice:

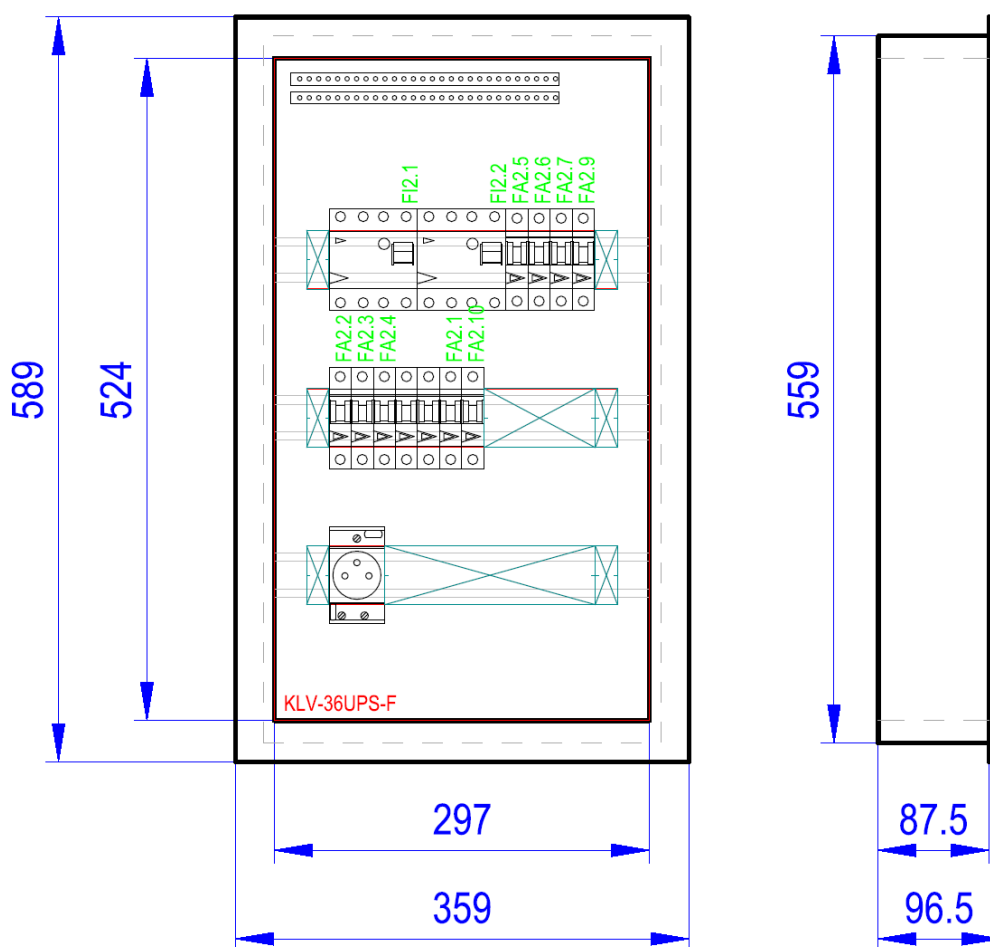
Výrobce: Eaton

Typová řada: KLV

Montáž: Pod omítkou

Stupeň krytí: IP30

Rozměry: 359 x 464 x 95,5 mm



Obr. 4.4-3 Náhled rozvaděče RD.2

4.5 Rozpočet komponent klasické elektroinstalace

Následující tabulka představuje rozpočet komponent výzbroje rozvaděčů. Do sestavy není zahrnuta cena kabelů. Udané ceny komponent jsou doporučené ceny pro koncového zákazníka bez DPH.

Č.	Typové označení	Počet kusů	Ceníková cena za kus [Kč]	Popis
1	BPM-U-3S-400/10	1	4 522,00	Rám s dveřmi, zámek čtyřhran, PODOM, šedá, ŠxV=435x1060, IP54
2	BPZ-MSW-10	1	593,00	Bočnice, V=950
3	BPZ-SNAP	1	62,00	Západka pro bočnici BPZ-MSW
4	BPZ-WB3S-400/10/2	1	1 936,00	Ochranný kryt, ŠxVxH=435x1060x240
5	BPZ-RP-400/10	1	328,00	Zadní stěna, ocel.plech, ŠxV=435x1060
6	BPZ-DINR13-400	1	55,00	DIN lišta hliníková, šířka skříně = 400, šířka lišty = 288
7	BEL01	1	94,00	Upevňovací úchytka s vodivým propojení (zelená)
8	BEL12	1	61,00	Upevňovací úchytka celoplastová (bílá)
9	BPZ-MT-400/400-1	1	925,00	Elektroměr.vana, 1elměr, Š=400, V=400
10	ZBR	1	335,00	Elektroměrová deska
11	BPZ-FP-400/150-45	2	162,00	Krycí deska, s výřezem 45mm, plechová, šedá, Š=400, V=150
12	BPZ-FP-400/250-BL	1	290,00	Krycí deska, bez výřezu, plechová, šedá, Š=400, V=250
13	AP-45	2	99,00	Záslepka pro výřezy 45mm (10TE) bílá plombovatelná
14	PL7-B25/3	1	662,00	Jistič PL7, char B, 3-pólový, Icn=10kA, In=25A
15	SPBT12-280/3	1	3 692,00	Svodič přepětí třídy T1+T2 (B+C), 3pól sada pro TN-C
16	KLV-36UPS-F	1	1 190,00	Rozvodnice KLV, pod omítku, plech.dveře, šroubová svorkovnice, řad 3,
17	NBP-1000	1	110,00	Zaslepovací pás max. délka 1m, pro výřezy 45mm, šedý
18	PF7-40/4/003-A	4	2 284,00	Chránič Ir=250A, typ A, 4-pól, Idn=0.03A, In=40A
19	PL7-B16/1	10	134,00	Jistič PL7, char B, 1-pólový, Icn=10kA, In=16A
20	PL7-B10/1	7	155,00	Jistič PL7, char B, 1-pólový, Icn=10kA, In=10A
21	PL7-B20/3	2	639,00	Jistič PL7, char B, 3-pólový, Icn=10kA, In=20A
22	Z-SD230-BS	1	232,00	Zásuvka na lištu s clonkami a kolíkem
23	KLV-24UPS-F	1	890,00	Rozvodnice KLV, pod omítku, plech.dveře, šroubová svorkovnice, řad 2,
24	PF7-40/4/03-A	1	2 051,00	Chránič Ir=250A, typ A, 4-pól, Idn=0.30A, In=40A
Cena celkem [Kč]			31 389,00	
Sazba DPH základní (A) 21% [Kč]			6 591,69	
Cena celkem + DPH			37 980,69	

Tab. 3 Rozpočet komponent klasické elektroinstalace

4.6 Popis funkce inteligentní elektroinstalace

4.6.1 Osvětlení

Všechna svítidla v objektu jsou dle umístění ovládána spínacími nebo stmívacími aktory. Tyto aktory jsou umístěny přímo ve svítidle nebo v instalační krabici typu KPR 68. Ovládání aktorů je realizováno RF tlačítky. Umístění RF tlačítek je v projektu pouze doporučeno, konkrétní umístění se zvolí až při samotné realizaci na přání investora. Povel pro sepnutí spínacích aktorů a tím pádem rozsvícení svítidla probíhá stiskem tlačítka v jeho horní polovině. Povel pro rozepnutí aktoru probíhá stiskem tlačítka v jeho dolní polovině. V případě ovládání stmívacích aktorů dochází k jejich úplnému sepnutí nebo rozepnutí krátkým stiskem tlačítka v příslušné poloze. Pro postupné rozjasňování a stmívání slouží dlouhý stisk RF tlačítka v jeho příslušné poloze. K ovládání osvětlení v obývacím pokoji 2 a v jídelně slouží také přenosný dálkový ovladač. Pro spínání osvětlení nad vchodovými dveřmi není na venkovní straně objektu použito tlačítko z důvodu jeho nedostatečného krytí a spínání z vnější strany je realizováno PIR čidlem.

Světla v obývacích pokojích a jídelně mohou pracovat v režimu simulace přítomnosti v objektu, jejíž aktivace bude probíhat přes vzdálené připojení např. mobilním telefonem k řídicí jednotce Smart Manager. Tato funkce v předem nastavených krocích spíná a rozpíná svítidla ve výše zmíněných místnostech.

V chodbách a větších místnostech je možnost nahrazení nástěnných RF tlačítek tlačítky zabudovanými v kování dveří. Tato tlačítka obsahují dva spínače pro řízení osvětlení v aktuální a sousední místnosti. Jejich výhodou je ergonomie ovládání, kdy stisk tlačítka může být realizován společně s ovládáním kliky dveří jednou rukou. Toto je na zvážení investora a ve zpracovaném projektu se s použitím těchto tlačítek neuvažuje.



Obr. 4.6-1 Tlačítko zabudovaná v kování dveří

Dále je na zvážení investora, zda by nebylo dostačující vzhledem k relativně vyšší ceně RF komponent použití v technických místnostech jako je garáž a kotelná klasického ovládání osvětlení namísto bezdrátového ovládání.

4.6.2 Žaluzie

Veškerá okna v prvním nadzemním podlaží orientovaná směrem do ulice, dále v jídelně a ložnici budou osazena venkovními žaluziemi s elektrickým pohonem. Ovládání jednotlivých motorů je v projektu realizováno roletovými aktory. Tyto aktory jsou řízeny nástěnnými RF tlačítky. V případě žaluzií v obývacím pokoji a jídelně je jejich ovládání možné i pomocí dálkového ovladače. Ovládání žaluzií funguje obdobně jako funkce rozjasňování a stmívání v případě osvětlení. Při krátkém stisku tlačítka dochází ke krokování pohonu a naklápění žaluzií. Při stisku delším než 2 s dojde k vytažení nebo zatažení žaluzií do jejich krajní polohy. Ovládání bude řízeno také pomocí senzoru osvětlení umístěným nad oknem obývacího pokoje 2 orientovaným na západ. Při poklesu intenzity osvětlení pod definovanou úroveň dojde automaticky k zatažení všech žaluzií do spodní polohy.

Fungování řízení lze dodatečně doplnit o funkci vzdáleného ovládání pomocí mobilního telefonu. Dále lze systém v budoucnu rozšířit o možnost automatického stažení žaluzií v letních měsících, v případě že teplota v místnosti překročí zvolenou hodnotu.

4.6.3 Vytápění

Ve všech místnostech je vytápění realizováno pomocí deskových radiátorů. V prvním nadzemním podlaží jsou všechny radiátory osazené termoelektrickými ventily s jmenovitým napětím 230 V AC. Jejich ovládání je v projektu realizováno stmívacími aktory pro jejich bezhlučné spínání. Aktory v ložnici a pokoji pro hosty jsou řízeny vlastním pokojovým termostatem umístěným v dané místnosti. Aktory v ostatních místnostech prvního nadzemního podlaží jsou řízeny pokojovým termostatem umístěným v obývacím pokoji 2.

V přízemí je řízení vytápění realizováno na základě přání investora o co nejmenší zásahy do již zrekonstruovaných stěn pomocí bateriových RF hlavice s vlastním motorickým pohonem. Díky instalaci těchto hlavice není nutná instalace elektrického kabelu jako je tomu v případě prvního nadzemního podlaží. Nastavení požadované teploty v místnosti probíhá přímo na hlavici.

Pokojové termostaty a bateriové hlavice komunikují se Smart Managerem pro možnost vzdáleného ovládání požadované teploty pomocí mobilního telefonu.

V ostatních místnostech v přízemí je ovládání vytápění realizováno klasickými ventily umístěnými na radiátorech. O jejich začlenění do řídicího systému se dle zadání investora neuvažuje.

4.7 Návrhová tabulka

Následující tabulka představuje přehled všech použitých prvků radiofrekvenčního systému a jejich umístění. Dále uvádí vazby mezi jednotlivými spínači a aktory a jejich případné napojení na řídicí jednotku Smart Manager (pokud je způsob programování označen jako PC, prvky jsou napojeny na řídicí jednotku).

spínač			aktor			funkce	programování
proj. označení	typ. označení	umístění	proj. označení	typ. označení	umístění		
TL1.6_01	CTAA-01/03	obývací pokoj 1	SS1.6_01	CDAU-01/02	obývací pokoj 1	osvětlení	PC
TL1.6_02	CTAA-01/03	kuchyň 1	SP1.6_02	CSAU-01/01	kuchyň 1	osvětlení	PC
TL1.6_03	CTAA-01/03	kuchyň 1 linka	SP1.6_03	CSAU-01/01	kuchyň 1 linka	osvětlení	ručně
TL1.4_01	CTAA-01/03	chodba přízemí	SP1.4_01	CSAU-01/01	chodba přízemí	osvětlení	ručně
TL1.4_02	CTAA-01/03	WC	SP1.4_02	CSAU-01/01	WC	osvětlení	ručně
TL1.4_03	CTAA-01/03	koupelna	SP1.4_03	CSAU-01/01	koupelna	osvětlení	ručně
TL1.4_04	CTAA-01/03	WC	SP1.4_04	CSAU-01/01	WC	osvětlení	ručně
TL1.4_05	CTAA-01/03	chodba přízemí	SP1.4_05	CSAU-01/01	zadní dveře	osvětlení	ručně
TL1.5_01	CTAA-01/03	vstupní hala	SP1.5_01	CSAU-01/01	přední dveře	osvětlení	ručně
PIR01_01	CBMA-02/01	přední dveře	SP1.5_01	CSAU-01/01	přední dveře	osvětlení	ručně
TL1.5_01	CTAA-01/03	vstupní hala	SP1.5_02	CSAU-01/01	vstupní hala	osvětlení	ručně
TL1.5_03	CTAA-01/03	kotelna	SP1.5_03	CSAU-01/01	kotelna	osvětlení	ručně
TL1.5_04	CTAA-02/03	garáž	SP1.5_04	CSAU-01/01	přední garážová vrata	osvětlení	ručně
TL1.5_04	CTAA-02/03	garáž	SP1.5_06	CSAU-01/01	garáž	osvětlení	ručně
TL1.5_06	CTAA-02/03	garáž	SP1.5_06	CSAU-01/01	garáž	osvětlení	ručně
TL1.5_06	CTAA-02/03	garáž	SP1.5_08	CSAU-01/01	garáž	osvětlení	ručně
TL1.5_07	CTAA-02/03	garáž	SP1.5_06	CSAU-01/01	garáž	osvětlení	ručně
TL1.5_07	CTAA-02/03	garáž	SP1.5_09	CSAU-01/01	zadní garážová vrata	osvětlení	ručně
TL2.2_01	CTAA-01/03	chodba 1. patro	SP2.2_01	CSAU-01/01	chodba 1. patro	osvětlení	ručně
TL2.2_02a	CTAA-01/03	chodba 1. patro	SP2.2_02	CSAU-01/01	chodba 1. patro	osvětlení	ručně
TL2.2_02b	CTAA-01/03	chodba 1. patro	SP2.2_02	CSAU-01/01	chodba 1. patro	osvětlení	ručně
TL2.2_03	CTAA-02/03	WC a koupelna	SP2.2_03	CSAU-01/01	WC a koupelna	osvětlení	ručně
TL2.2_03	CTAA-02/03	WC a koupelna	SP2.2_04	CSAU-01/01	WC a koupelna	osvětlení	ručně
TL2.3_01a	CTAA-01/03	obývací pokoj 2	SS2.3_01	CDAU-01/02	obývací pokoj 2	osvětlení	PC
TL2.3_01b	CTAA-01/03	obývací pokoj 2	SS2.3_01	CDAU-01/02	obývací pokoj 2	osvětlení	PC
TL2.3_02a	CTAA-01/03	jídlna	SP2.3_02	CSAU-01/01	jídlna	osvětlení	PC
TL2.3_02b	CTAA-01/03	jídlna	SP2.3_02	CSAU-01/01	jídlna	osvětlení	PC
TL2.3_03	CTAA-01/03	kuchyň 2	SP2.3_03	CSAU-01/01	kuchyň 2	osvětlení	PC
TL2.3_04	CTAA-02/03	kuchyň 2	SP2.3_03	CSAU-01/01	kuchyň 2	osvětlení	PC
TL2.3_04	CTAA-02/03	kuchyň 2	SP2.3_04	CSAU-01/01	kuchyň 2 linka	osvětlení	ručně
TL2.4_01	CTAA-01/03	pokoj pro hosty	SS2.4_01	CDAU-01/02	pokoj pro hosty	osvětlení	PC
TL2.4_02	CTAA-01/03	ložnice	SS2.4_02	CDAU-01/02	ložnice	osvětlení	PC
DO01_01	CHSZ-12/04	obývací pokoj 2	SS2.3_01	CDAU-01/02	obývací pokoj 2	osvětlení	PC
DO01_01	CHSZ-12/04	obývací pokoj 2	SP2.3_02	CSAU-01/01	jídlna	osvětlení	PC
HB01_01	CHVZ-01/03	obývací pokoj 1				vytápění	PC
HB01_02	CHVZ-01/03	kuchyň 1				vytápění	PC
PT2.9_01	CRCA-00/04	ložnice	SS2.9_01	CDAU-01/02	ložnice	vytápění	PC
PT2.9_02	CRCA-00/04	pokoj pro hosty	SS2.9_02	CDAU-01/02	pokoj pro hosty	vytápění	PC
PT2.9_03	CRCA-00/04	obývací pokoj 2	SS2.9_03	CDAU-01/02	obývací pokoj 2	vytápění	PC
PT2.9_03	CRCA-00/04	obývací pokoj 2	SS2.9_04	CDAU-01/02	obývací pokoj 2	vytápění	PC
PT2.9_03	CRCA-00/04	obývací pokoj 2	SS2.9_05	CDAU-01/02	jídlna	vytápění	PC
PT2.9_03	CRCA-00/04	obývací pokoj 2	SS2.9_06	CDAU-01/02	kuchyň	vytápění	PC
PT2.9_03	CRCA-00/04	obývací pokoj 2	SS2.9_07	CDAU-01/02	WC a koupelna	vytápění	PC
TL2.8_01	CTAA-02/03	obývací pokoj 2	AR2.8_01	CJAU-01/02	obývací pokoj 2	žaluzie	PC
TL2.8_01	CTAA-02/03	obývací pokoj 2	AR2.8_02	CJAU-01/02	obývací pokoj 2	žaluzie	PC
TL2.8_03	CTAA-01/03	jídlna	AR2.8_03	CJAU-01/02	jídlna	žaluzie	PC
TL2.8_04	CTAA-02/03	pokoj pro hosty	AR2.8_04	CJAU-01/02	pokoj pro hosty	žaluzie	PC
TL2.8_04	CTAA-02/03	pokoj pro hosty	AR2.8_05	CJAU-01/02	pokoj pro hosty	žaluzie	PC
TL2.8_06	CTAA-01/03	ložnice	AR2.8_06	CJAU-01/02	ložnice	žaluzie	PC
DO01_01	CHSZ-12/04	obývací pokoj 2	AR2.8_01	CJAU-01/02	obývací pokoj 2	žaluzie	PC
DO01_01	CHSZ-12/04	obývací pokoj 2	AR2.8_02	CJAU-01/02	obývací pokoj 2	žaluzie	PC
DO01_01	CHSZ-12/04	obývací pokoj 2	AR2.8_03	CJAU-01/02	jídlna	žaluzie	PC

Tab. 4 Návrhová tabulka

4.8 Rozpočet komponent inteligentní elektroinstalace

Následující tabulka představuje rozpočet komponent inteligentní elektroinstalace. Do sestavy není zahrnuta cena rámečků tlačítek. Ta bude stanovena s ohledem na jejich umístění a případné použití ve vícenásobných rámečcích. Udané ceny komponent jsou doporučené ceny pro koncového zákazníka bez DPH.

Č.	Typové označení	Počet kusů	Ceníková cena za kus [Kč]	Popis
1	CTAA-01/03	29	957,00	RF Tlačítko 2-bodové, baterie 3V
2	CBMA-02/01	1	2 462,00	RF PIR detektor pohybu, 110°, 12 m, baterie 2x AAA
3	CHSZ-12/04	1	3 000,00	RF Dálkový ovládač s LCD displejem 12 kanálový, 3x časovač
4	CRCA-00/04	3	1 978,00	RF Pokojový termostat 0-40°C, baterie 2x AAA
5	CHVZ-01/03	2	2 032,00	RF termohlavice s motorickým pohonem, baterie 2x 1,5V (AA)
6	CDAU-01/02	32	2 032,00	RF Stmívací aktor 250 W / 230 VAC, R+C
7	CJAU-01/02	9	2 139,00	RF Roletový aktor 6 A / 230 VAC s bezpečnostními funkcemi
8	CHCA-00/01	1	11 276,00	RF Smart Manager - řídicí jednotka xComfort pro tablety a smartphony
Cena celkem [Kč]			138 764,00	
Sazba DPH základní (A) 21% [Kč]			29 140,44	
Cena celkem + DPH (A) [Kč]			167 904,44	

Tab. 5 Rozpočet komponent inteligentní elektroinstalace

4.9 Celková bilance

Celková bilance projektu shrnuje všechny náklady spojené s rekonstrukcí se základní sazbou DPH. V případě ceny práce se jedná o odhad, protože doposud není zřejmé, které práce budou svěřeny montážní firmě a které budou realizované investorem. V případě ceny kabelů se jedná o předpokládanou cenu určenou na základě výpočtu délky jednotlivých kabelů vztahených k celkovým rozměrům objektu. V ceně také není započítána případná sleva na komponenty Eaton.

Položka	Cena
Komponenty klasické elektroinstalace	37 981,00
Komponenty inteligentní elektroinstalace	167 905,00
Kabely	7 500,00
Ostatní elektroinstalační materiál (svorky, krabice, rámečky, pohony)	9 400,00
Práce	20 000,00
Suma	242 786,00 Kč

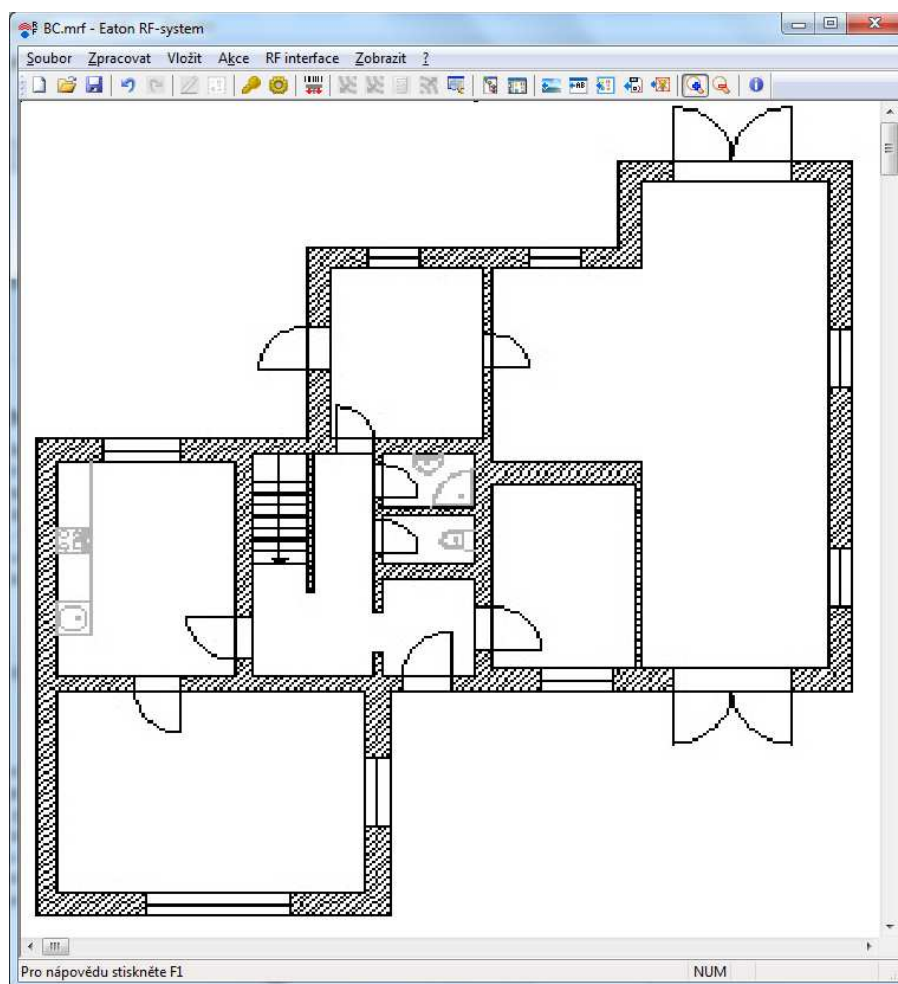
Tab. 6 Celková bilance

5 PROGRAMOVÁNÍ V KOMFORTNÍM REŽIMU

Tato kapitola si klade za cíl prohloubit informace obsažené v kapitole 2.1.3. Jak již bylo zmíněno v úvodní části bakalářské práce, pro programování jednotlivých prvků RF komponent lze použít SW vytvořený firmou Eaton pro pohodlné a pokročilé nastavení prvků inteligentní elektroinstalace za pomoci PC. K tomu je nutné mít RF USB skener, který po spuštění SW Eaton RF-System naskenuje všechny prvky v dosahu a vloží je do projektu. Mezi těmito prvky se poté v grafickém prostředí konfiguračního SW vytvářejí vazby a prvkům se přiřazují jednotlivé akce. Jelikož v době přípravy této práce nebylo ještě započato s realizací samotné rekonstrukce v objektu, byly při přípravě projektu použity virtuální prvky.

5.1 Vytvoření topologie projektu

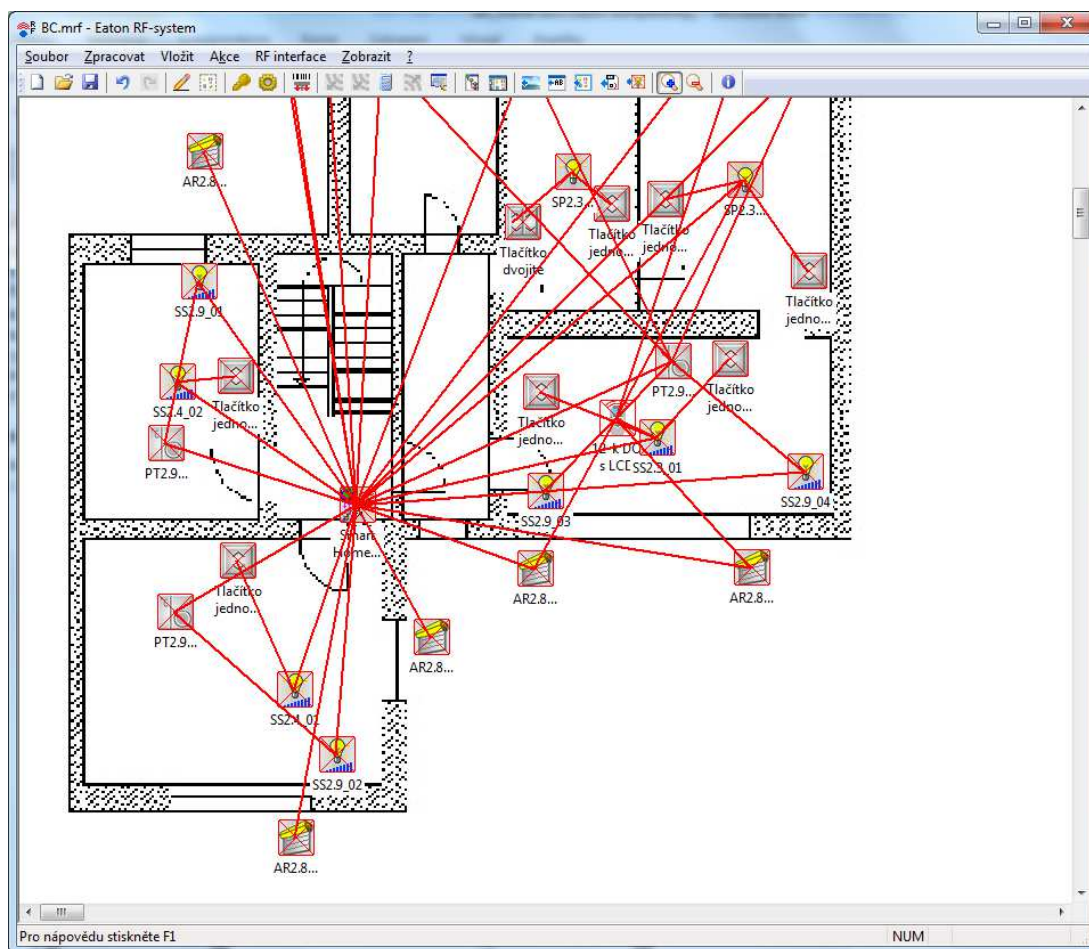
Pro co nejprůhlednější vytvoření topologie je vhodné umístit do projektu grafiku na pozadí, představující řešený objekt.



Obr. 5.1-1 Náhled konfiguračního SW Eaton RF-System

Pro přidání dalšího prvku slouží nabídka v roletovém menu Vložit>Virtuální zařízení. Po zvolení této nabídky dojde k zobrazení dialogového okna, ve kterém se vybere požadovaný prvek instalace. Po přidání všech požadovaných prvků do projektu je nutné se přepnout do propojovacího režimu přes roletové menu Zpracovat>propojovací režim. Po propojení všech prvků dle požadavku přichází na řadu jejich nastavení. Stiskem pravého tlačítka myši na

aktoru dojde k rozbalení kontextové nabídky. V této nabídce se zvolí položka Nastavení. V případě například roletových aktorů je nastavitelným parametrem doba chodu.



Obr. 5.1-2 Ukázka vytvořené topologie

5.2 Nahrání nastavení do prvků instalace

Vytvořený program lze nahrát do jednotlivých prvků přímo z PC pomocí RF USB skeneru. Toto se provádí z roletového menu Akce>Odelsat nastavení do všech přístrojů. Po potvrzení upozornění o přepsání aktuálního nastavení se data automaticky nahrají do všech prvků, které jsou v projektu obsaženy.

6 ZÁVĚR

Zadaných cílů bylo v této bakalářské práci dosaženo. Úvodní část práce měla za úkol zejména osvětlení pojmu inteligentní elektroinstalace. Hlavní pozornost byla upírána k radiofrekvenčnímu systému xComfort firmy Eaton, protože tento systém byl použit pro navazující část práce a to vytvoření projektové dokumentace s využitím radiofrekvenčního řízení. Z tohoto důvodu je v této práci věnován podstatně velký prostor k představení tohoto systému a jeho výhodám a nevýhodám a srovnáním s konkurenčními řešeními. Je nutno podotknout, že vzhledem k možnostem bezdrátové elektroinstalace xComfort a její ceně se tato hodí spíše do menších projektů nebo rekonstrukcí. Pro nové budovy by bylo zřejmě výhodnější použití sběrnicevého řešení. Nicméně pro zadaný projekt bylo její využití plně vyhovující. Navíc kdykoliv může jednoduše dojít k jejímu rozšíření na základě nových okolností bez nutnosti větších stavebních úprav uvnitř objektu.

Jako nepřekonatelný problém v části klasické elektroinstalace se jeví selektivita mezi hlavním jističem a přiřazenými jističi koncových obvodů. Z tabulek selektivity těchto jističů vyplývá, že limitní proud selektivity pro kombinace použité v projektu je 87,5 A [8]. Tato hodnota je natolik nízká, že při zkratu v koncovém obvodu bude s největší pravděpodobností docházet k vybavení jak hlavního, tak podružného jističe. Řešením by bylo použití hlavního jističe v selektivním provedení, jako je tomu např. v Německu. Bohužel takovýto jistič nelze v modulárním provedení v České Republice zakoupit. Druhou možností by bylo použití místo hlavního jističe nadproudového relé s pevně nastavenou hodnotou 25A ve spojení s pojistkami jisticími proti zkratu. Toto řešení je ovšem v rozporu s připojovacími podmínkami společnosti ČEZ Distribuce a.s.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] P. HORÁK, „Co je inteligentní instalace?“, 2009. [Online]. Available: <http://www.phpe.cz/Inteligentni.htm>. [Přístup získán 13 6 2014].
- [2] Eaton Elektrotechnika s.r.o., Bezdrátová elektroinstalace xComfort, Praha: Eaton Elektrotechnika s.r.o., 2014.
- [3] Elko EP s.r.o., Bezdrátová elektroinstalace iNELS RF control, Holešov: Elko EP s.r.o., 2015.
- [4] „<http://www.loxone.com>,“ Loxone, [Online]. Available: <http://www.loxone.com/cscz/produkty/miniserver/loxone-air.html>. [Přístup získán 3 Prosinec 2015].
- [5] Teco a.s., Příručka projektování CFox, Rfox a Foxtrot, Kolín: Teco a.s., 2016.
- [6] J. Kunc, „<http://elektrika.cz/>,“ Elektrika.info s.r.o., 5 Únor 2009. [Online]. Available: <http://elektrika.cz/data/clanky/abb-telegramy-2013-forma-prenosu-informaci-po-sbernici-knx-eib>. [Přístup získán 3 Prosinec 2015].
- [7] J. Pávek, Inteligentní elektroinstalace Nikobus, Praha: Eaton elektrotechnika s.r.o., 2004.
- [8] Eaton Elektrotechnika s.r.o., Selektivita, záložní ochrana a koordinace, Praha: Eaton Elektrotechnika s.r.o., 2015.
- [9] Český normalizační institut, ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy, Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [10] Český normalizační institut, ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí. Část 4-41: Bezpečnost. Kapitola 41: Ochrana před úrazem elektrickým proudem, Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [11] Český normalizační institut, ČSN 33 2000-1 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí. Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice, Praha: Český normalizační institut, 2009.
- [12] Český normalizační institut, ČSN EN 62305-1 ed. 2- Ochrana před bleskem - Část 1: Obecné principy, Praha: Český normalizační institut, 2011.
- [13] Elko EP, s.r.o., iNELS RF Control: Bezdrátová elektroinstalace, Holešov: Elko EP, s.r.o., 2015.
- [14] Eaton Elektrotechnika s.r.o., Instalační přístroje - katalog, Praha: Eaton Elektrotechnika s.r.o., 2015.
- [15] Eaton Elektrotechnika s.r.o., Rozvaděčové skříně a rozvodnice - katalog, Praha: Eaton Elektrotechnika s.r.o., 2016.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Obsah přiloženého CD

Příloha B – Projekt elektroinstalace xComfort, výkresová část a technická zpráva (volně)

PŘÍLOHA A

Obsah přiloženého CD

K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI JE PŘILOŽENO CD S NÁSLEDUJÍCÍMI SOUBORY:

BP_Jan_Marek.pdf:	Bakalářská práce ve formátu pdf
projekt\liniove_schema_RE.dwg	Výkres liniového schématu rozvaděče RE
projekt\liniove_schema_RD.1.dwg	Výkres liniového schématu rozvaděče RD.1
projekt\liniove_schema_RD.2.dwg	Výkres liniového schématu rozvaděče RD.2
projekt\osvetleni_patro.dwg	Výkres elektrické instalace osvětlení v 1. NP
projekt\osvetleni_prizemi.dwg	Výkres elektrické instalace osvětlení v přízemí
projekt\vytapani_patro.dwg	Výkres elektrické instalace vytápění v 1. NP
projekt\vytapani_prizemi.dwg	Výkres elektrické instalace vytápění v přízemí
projekt\zaluzie_patro.dwg	Výkres elektrické instalace řízení žaluzií v 1. NP
projekt\zasuvky_patro.dwg	Výkres elektrické instalace zásuvek v 1.NP
projekt\zasuvky_prizemi.dwg	Výkres elektrické instalace zásuvek v přízemí
projekt\BC.mrf	Program nastavení prvků xComfort
projekt\Technicka_zprava.pdf	Technická zpráva projektu
projekt\ Rekonstrukce_RD.ecfx	Rozpočet projektu pro program E-config